

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-121517

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

G01R 33/02

(21)Application number : 2001-316086

(71)Applicant : AICHI MICRO INTELLIGENT CORP

(22)Date of filing : 12.10.2001

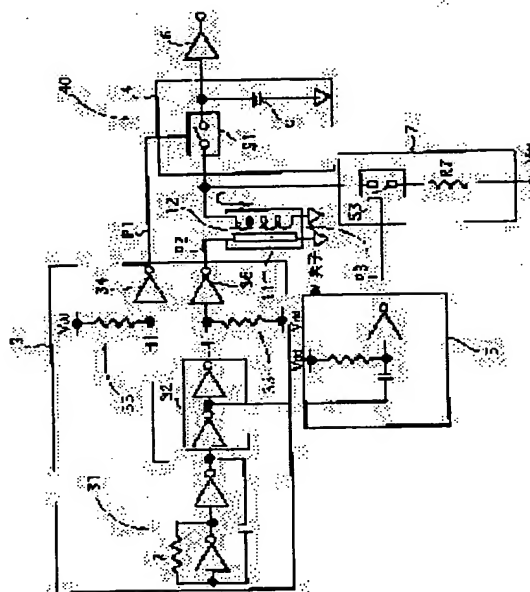
(72)Inventor : MORI KANEO  
MOTOKURA YOSHINOBU  
AOYAMA HITOSHI  
MORI MASAKI  
KAKO HIDEJI

## (54) MAGNETIC DETECTOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent deterioration of accuracy and enable high accuracy measurement by preventing the mix of an error component, based on hysteresis of a magnetic impedance element.

**SOLUTION:** The magnetic detector comprises a magnetic sensor 1, wound with a detection coil 12 on the circumference of the magnetic impedance element 11 formed with an amorphous wire of which impedance varies corresponding to the magnitude of an external magnetic field; a detection circuit 40 detecting the impedance of the magnetic impedance element 11, to which a pulse current is applied, varied by an external magnetic field as a voltage signal, based on the induced voltage of the detection coil 12; and a hysteresis compensation circuit 7 enables detection of the impedance signal in the other of the characteristics of the magnetic impedance signal, by applying a hysteresis compensation pulse to the magnetic impedance element 11 in advance of the detection of the impedance signal, when the pulse current is not applied to the magnetic impedance element 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3572457

[Date of registration]

09.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The magnetic sensor which wound the coil means around the perimeter of a magnetic impedance component to which an impedance changes according to the magnitude of an external magnetic field, The detector which detects the impedance of said magnetic impedance component which the current was impressed to said magnetic impedance component, and changed with external magnetic fields as a voltage signal based on the induced voltage of said coil means, In advance of detection of said impedance signal, the pulse for hysteresis compensation is impressed to said coil means or said magnetic impedance component. Magnetic detection equipment characterized by consisting of the hysteresis compensating network which enables detection of said impedance signal in one property of the hysteresis characteristic of said magnetic impedance component.

[Claim 2] In claim 1, said hysteresis compensating network to the sensing coil as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component constituted with the amorphous wire When the current is not impressed to said magnetic impedance component, while impressing the pulse for hysteresis compensation By the sample hold circuit as said detector, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic Magnetic detection equipment characterized by detecting by carrying out sample hold as a voltage signal based on the induced voltage of said sensing coil synchronizing with the impression timing of a current.

[Claim 3] In claim 1, said hysteresis compensating network in the negative feedback coil as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component constituted with the amorphous wire While impressing the pulse for hysteresis compensation based on a negative feedback current synchronizing with powering on By the sample hold circuit as said detector, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic Magnetic detection equipment characterized by detecting by carrying out sample hold synchronizing with the impression timing of the current of said magnetic impedance component as a voltage signal based on the induced voltage of the sensing coil as said coil means.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** A current is impressed to the magnetic impedance component from which an impedance changes according to the magnitude of an external magnetic field, and this invention relates to the magnetic detection equipment detected as a voltage signal based on the induced voltage of the coil means which wound around the perimeter of said magnetic impedance component the impedance of said magnetic impedance component which changed with external magnetic fields.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** Since that impedance changes by high sensitivity according to an external magnetic field, a magnetic impedance component detects this impedance change by the signal transformation circuit, but since said magnetic impedance component has a hysteresis characteristic, an error produces the conventional field indicator (JP,6-176930,A, JP,2000-180521,A) in measured value irrespective of the time of measurement or un-measuring by the hysteresis for which said magnetic impedance component was exposed to the external magnetic field.

**[0003]** Then, the conventional magnetometric sensor (JP,2000-180521,A) In order to cancel the error of the measured value by the hysteresis characteristic of said magnetic impedance component, In the magnetometric sensor which wound the negative feedback coil NC and the bias coil BC around the magnetic core using magnetic impedance component M which consists of a thin film as shown in drawing 10 R> 0 Buffer circuit B which is inserted between the oscillator circuit O which impresses the high frequency current to the both ends of said magnetic core, and said magnetic core, and adjusts mismatching of an impedance, It was a thing equipped with the detector circuit R which detects the amount of magnetic variation of an external magnetic field from the variation of the high frequency current which changes according to the external magnetic field impressed to said magnetic impedance component, and the hysteresis cancellation circuit H which cancels the hysteresis of said magnetic impedance component.

**[0004]** Moreover, in the above-mentioned conventional magnetometric sensor, when a negative large external magnetic field entered, as a cure of a detection electrical potential difference changing a lot under the effect of the hysteresis of said magnetic impedance component, the pulse of constant width was made the fixed period and it was impressed by the bias coil of said magnetic impedance component with the transistor.

**[0005]** It was the thing the circuit which contains an operational amplifier by setting up pulse width and pulse amplitude beyond the frequency characteristics of an operational amplifier although it is thought that an output becomes unstable by impressing a hysteresis pulse functions as a low pass filter in the magnetometric sensor of further the above-mentioned former as the above-mentioned official report also has a publication, and it is made not to be influenced of a hysteresis pulse.

**[0006]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** In the above-mentioned conventional magnetometric

sensor, if drawing drawing 19 indicated by the above-mentioned official report adds a field to a resetting point by the hysteresis pulse, it means that the amplitude of a RF becomes max mostly then.

[0007] When it analyzes serially using drawing 11 , it is (f) of drawing 1111 . Setting at the period for 400ns when the hysteresis pulse shown has started, the amplitude of the high-frequency voltage of the both ends of a magnetic impedance component is (c) of drawing 11 . It becomes maximum mostly so that it may be shown.

[0008] Consequently, the detecting element in drawing drawing 25 indicated by the above-mentioned official report is (d) of drawing 11 , in order to change the amplitude of a RF into a direct current. The electrical potential difference of the shape of a pulse corresponding to the amplitude of the RF which became a direct current signal corresponding to the field measured so that it might be shown with said period maximum for 400ns will be overlapped.

[0009] Since the AMP section has the function of a low pass filter as mentioned above, an output signal does not become the wave of the shape of such a pulse, but as shown in (e) of drawing 11 , the equalized direct current voltage corresponding to an increased part of a RF superimposes it on the measurement signal as an original signal component as a part for an error (noise). Therefore, the above-mentioned conventional magnetometric sensor had the problem that aggravation of precision was caused and high measurement of precision could not be performed by mixing for an error as mentioned above.

[0010] Then, in order to cancel the trouble in the above-mentioned conventional equipment which impresses a hysteresis pulse during detection of an impedance signal, this invention person changed detection of an impedance signal, and the timing of impression of a hysteresis pulse, and noted the point of this invention of impressing a hysteresis pulse to said coil means or a magnetic impedance component to the timing which does not give an error to the measurement signal of an impedance paying his attention.

[0011] Based on the above-mentioned point paying its attention, as for this invention person, a current is impressed to the magnetic impedance component from which an impedance changes according to the magnitude of an external magnetic field. In the magnetic detection equipment detected as a voltage signal based on the induced voltage of the coil means around which the impedance of said magnetic impedance component which changed with external magnetic fields was wound around said magnetic impedance component In advance of detection of said impedance signal, the pulse for hysteresis compensation is impressed to said coil means or said magnetic impedance component. Detection of said impedance signal in one property of the hysteresis characteristic of said magnetic impedance component is enabled. As a result of perceiving the technical thought of this invention of compensating the hysteresis of said magnetic impedance component and repeating researches and developments further, by preventing mixing for an error based on the hysteresis of said magnetic impedance component Aggravation of precision was prevented and this invention which attains the purpose of enabling high measurement of precision was reached.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The magnetic detection equipment of this invention (the 1st invention according to claim 1) The magnetic sensor which wound the coil means around the perimeter of a magnetic impedance component to which an impedance changes according to the magnitude of an external magnetic field, The detector which detects the impedance of said magnetic impedance component which the current was impressed to said magnetic impedance component, and changed with external magnetic fields as a voltage signal based on the induced voltage of said coil means, In advance of detection of said impedance signal, the pulse for hysteresis compensation is impressed to said coil means or said magnetic impedance component. It consists of the hysteresis compensating network which enables detection of said impedance signal in one property of the hysteresis characteristic of said magnetic impedance component.

[0013] The magnetic detection equipment of this invention (the 2nd invention according to claim 2) In said 1st invention, said hysteresis compensating network to the sensing coil as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component constituted with the

amorphous wire When the current is not impressed to said magnetic impedance component, while impressing the pulse for hysteresis compensation By the sample hold circuit as said detector, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic It detects by carrying out sample hold as a voltage signal based on the induced voltage of said sensing coil synchronizing with the impression timing of a current.

[0014] The magnetic detection equipment of this invention (the 3rd invention according to claim 3) In said 1st invention, said hysteresis compensating network in the negative feedback coil as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component constituted with the amorphous wire While impressing the pulse for hysteresis compensation based on a negative feedback current synchronizing with powering on By the sample hold circuit as said detector, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic It detects by carrying out sample hold synchronizing with the impression timing of the current of said magnetic impedance component as a voltage signal based on the induced voltage of the sensing coil as said coil means.

[0015]

[Function and Effect of the Invention] The magnetic detection equipment of the 1st invention which consists of the above-mentioned configuration A current is impressed to the magnetic impedance component from which an impedance changes according to the magnitude of an external magnetic field. Although detected by the detector as a voltage signal based on the induced voltage of said coil means around which the impedance of said magnetic impedance component which changed with external magnetic fields was wound around said magnetic impedance component In advance of detection of said above-mentioned impedance signal, the pulse for hysteresis compensation is impressed to said coil means or said magnetic impedance component. Since detection of said impedance signal in one property of the hysteresis characteristic of said magnetic impedance component is enabled By preventing mixing for an error based on the hysteresis of said magnetic impedance component, by compensating the hysteresis of said magnetic impedance component, aggravation of precision is prevented and the effectiveness of enabling high measurement of precision is done so.

[0016] The magnetic detection equipment of the 2nd invention which consists of the above-mentioned configuration In said 1st invention, said hysteresis compensating network to the sensing coil as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component constituted with the amorphous wire When the current is not impressed to said magnetic impedance component, while impressing the pulse for hysteresis compensation By the sample hold circuit as said detector, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic Since it detects by carrying out sample hold as a voltage signal based on the induced voltage of said sensing coil synchronizing with the impression timing of a current While making possible high sensitivity magnetic measurement with said amorphous wire, it prevents that the dc component which equalized the hysteresis cancellation pulse is overlapped on the direct current signal corresponding to the field measured like equipment before, and the effectiveness of enabling high measurement of precision is done so.

[0017] The magnetic detection equipment of the 3rd invention which consists of the above-mentioned configuration In said 1st invention, said hysteresis compensating network in the negative feedback coil as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component constituted with the amorphous wire While impressing the pulse for hysteresis compensation based on a negative feedback current synchronizing with powering on By the sample hold circuit as said detector, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic Since it detects by carrying out sample hold synchronizing with the impression timing of the current of said magnetic impedance component as a voltage signal based on the induced voltage of the sensing coil as said coil means While making possible high sensitivity magnetic measurement with said amorphous wire, impressing a negative feedback current to said negative feedback coil and maintaining said magnetic impedance component at a zero field It prevents that the dc component which equalized the hysteresis cancellation pulse is overlapped on the direct current signal corresponding to the field measured like equipment before, and the effectiveness of enabling high measurement of precision is done so.

[0018]

[Embodiment of the Invention] It explains about the gestalt of operation of this invention using a drawing below.

[0019] (The 1st operation gestalt) The magnetic detection equipment of a \*\*\*\* 1 operation gestalt The magnetic sensor 1 which wound the sensing coil 12 as a coil means around the perimeter of the magnetic impedance component 11 constituted with the amorphous wire from which an impedance changes according to the magnitude of an external magnetic field as shown in drawing 1 , The detector 40 which detects the impedance of said magnetic impedance component 11 which pulse current was impressed to said magnetic impedance component 11, and changed with external magnetic fields as a voltage signal based on the induced voltage of said sensing coil 12, In advance of detection of said impedance signal, when pulse current is not impressed to said magnetic impedance component 11, the pulse for hysteresis compensation is impressed. It consists of the hysteresis compensating network 7 which enables detection of said impedance signal in one property of the hysteresis characteristic of said magnetic impedance component.

[0020] The electronic circuitry in a \*\*\*\* 1 operation gestalt possesses the timer circuit 5 which gives the signal of excitation timing and a period to the pulse power source 3 which impresses pulse current to an above-mentioned circuit at said magnetic impedance component 11, and the initialization excitation circuit 7 as said hysteresis compensating network.

[0021] Said magnetic impedance component (MI component) 11 is the magnetic substance which has conductivity, and is usually the diameter of 20-30 micrometers. The thing of an amorphous wire (line) with a die length of several mm, a diaphragm structure, or others was adopted, and the amorphous wire was adopted as an example in the \*\*\*\* 1 operation gestalt. As for MI component, corresponding to an external field, the impedance changes like the above-mentioned. Generally this MI component is several 10MHz. The magnetic impedance effectiveness shows up highly to the above RF. It sets in a \*\*\*\* 1 operation gestalt, and is C-MOS. The RF drive is carried out in approximation using the logic component by carrying out a pulse drive with the pulse width for 15ns. Actuation is explained using the timing diagram Fig. shown in drawing 2 below.

[0022] The pulse power source 3 outputs two pulses of P1 and P2 which are repeated on the oscillation frequency by using a multivibrator 31 as a original oscillator. In the \*\*\*\* 1 operation gestalt, the oscillation frequency of this multivibrator 31 was set as 1MHz as an example.

[0023] the 1st pulse P1 — the square wave of said multivibrator — a differentiator 33 and an inverter 34 — shaping in waveform — (e) of drawing 2 like — the pulse of 15ns of pulse width is outputted. The 2nd pulse P2 outputs the pulse P2 of 15ns of pulse width of (b) of drawing 2 with a differential circuit 35 and an inverter 36, after leading a delay circuit 32 in the output of a multivibrator.

[0024] Said delay circuit 32 is C-MOS. The time delay for 4ns has been acquired by carrying out 2 series connection of the inverter. Therefore, P1 is 4ns if it sees from a pulse P2. It will precede. since the pulse P2 is connected to MI component — (b) of drawing 2 like — if a pulse occurs — MI component — external field (perimeter magnetic field) The current corresponding to the impedance determined flows.

[0025] a sensing coil 12 — (c) of drawing 2 like — induction of the electrical potential difference corresponding to the impedance of MI component is carried out by electromagnetism— association with MI component. (d) of this sensing coil 12 Although a wave serves as damping oscillation, this is decided from the inductance of a sensing coil, stray capacity, and loss. It is (c) of drawing 2 here. In a wave, the most suitable electrical potential difference corresponding to the impedance of MI component, i.e., an external field, is p points, i.e., maximum.

[0026] Then, it is a pulse P2 to MI component. Let the analog switch S1 of the sample hold circuit 4 as a detector 40 made close be open before based on said pulse P1 at the maximum time of the induced voltage of said sensing coil 12, i.e., said time of day of p points, rather than it is impressed. That is [ this corresponds to the impedance of MI component ], the measurement signal corresponding to the magnitude of an external magnetic field is memorized in Capacitor C.  
[0027] This measurement signal is amplified and outputted to a predetermined electrical

potential difference with amplifier 6 with (d) of drawing 2 held in a sample hold circuit 4 until the next pulse P2 is impressed. In addition, said pulse P1 is 4ns from P2. For preceding, the actual switching action ((f) of drawing 2) of a switch S1 is 4ns from the driving pulse P1 of (e) of drawing 2. It is for being behind, and a sample hold circuit 4 can follow the electrical potential difference of a sensing coil 12 enough, and can make maximum hold with a sufficient precision by memorizing the electrical potential difference of p wave-like maximums of a sensing coil 12 in Capacitor C.

[0028] However, it is change (arrow head B) to negative [ from the time of there being few hysteresis phenomena in MI component as said magnetic impedance component 11, and an external magnetic field changing from negative to forward a lot, as the output signal of the circuit of said drawing 1 is shown in drawing 4 (arrow head A), and forward ]. Although the hysteresis loop is discovered in the time of carrying out and the sensibility to a field is almost fixed, it is a zero shift (offset). It appears. That is, even if it measures the same field by to what kind of field the magnetic-measurement equipment containing MI component or MI component had been put in the past, that indicated value differs arises. For example, output voltage is a to an external magnetic field called [ on drawing 5 which shows an experimental result, and ] H1. A point and b Two different values of a point are taken.

[0029] The initialization excitation circuit 7 consists of the resistance R7 a switch S3 and for current adjustment, and the excitation switch S3 carries out initialization excitation of the MI component by impressing a current to the predetermined period aforementioned sensing coil 12 from the DC power supply of an electronic circuitry at predetermined time of day by the pulse signal P3 of a timer circuit 5.

[0030] The relation between each output of the pulse power source 3 and the output P3 of the timer circuit 5 is shown in drawing 3. P1 is carrying out the number (ns) precedence of the output of the pulse power source 3 to P2. the pulse width of P1 and P2 — both — about 15ns — the repeat period of a pulse — for example, about 1 microsecond it is. Therefore, initialization excitation of MI component is said 1 microsecond. Since the signal of a period which connects a timer circuit 5 to said delay circuit 32 in a \*\*\*\* 1 operation gestalt, and serves as a trigger although every timing is almost possible has been acquired, it is about 0.5 of the repeat of pulses P1 and P2 to which it starts mostly, central time of day P1 and P2, i.e., pulses. mus It is considering as a setup to which a timer 5 operates in this side. Moreover, the pulse width of a timer 5 is 100ns as an example here, although determined by the magnetic properties of the MI component 11, and the transient characteristic of the wound sensing coil 12. The example was shown.

[0031] Since field measurement is performed after MI component is always initialized to the timing of the pulse of a timer 5, since it has a synchronous relation, both the pulses P3 of P1, P2, and a timer 5 can enable stability and highly precise measurement.

[0032] namely, the pulse P3 of the timer 5 for carrying out initialization excitation in drawing 3 — (a) of drawing 3 like — if it just starts, the switch S3 of the initialization excitation circuit 7 will serve as close. Thereby, it is a power source Vdd. The resistance R7 of the initialization excitation circuit 7 connected is led, and the current for initialization excitation is (d) of drawing 3. It flows into the detection coil 12 so that it may be shown. Since the standup of a current is decided by the time constant which becomes mainly by the inductance of a coil, and resistance R7, this current becomes first-order lag. This final value gives MI component by considering the negative field Ha which consists of the hysteresis loop size as initialization excitation, in order to use the lower characteristic ray LC for measurement as an example in the hysteresis loop shown in drawing 4 which offset produces on the curve of an outward trip (lower characteristic ray) LC and a return trip (upper characteristic ray) UC. And after a pulse P3 is completed, if a perimeter magnetic field is zero, Q on the characteristic ray LC of the hysteresis loop bottom of drawing 4 will become the operating point, and initialization of MI component will be completed.

[0033] Therefore, 1 mus Whenever measurement of a field is performed by the pulse of P1 and P2 of a period, it is 0.5 microseconds just before. Since this initialization is carried out at time of day, high measurement of precision without the effect of a hysteresis is possible.

[0034] In a \*\*\*\* 1 operation gestalt, the example of an experiment for checking that the effect



of a hysteresis of drawing 6 has been lost is shown. Although the forward and negative field which gave the axis of abscissa of drawing 6 from the outside for the trial, and an axis of ordinate are measurement signals, it turns out that the hysteresis loop was not seen but the offset error has disappeared.

[0035] In the above-mentioned conventional magnetic sensor, in order to make MI component into optimum sensitivity, while the direct current always needed to be passed in the bias coil, consumption of a dc-battery is early disadvantageous, and the excitation for hysteresis cancellation has diverted this bias coil and having the specialized circuit for excitation, detection of a field is detected from the voltage drop of the both ends of MI component as a thin film core, and is not equipped with the sensing coil.

[0036] Since the amorphous wire as an MI component is high sensitivity, while also enabling detection of a feeble field in a \*\*\*\* 1 operation gestalt Since sensibility is uniform, while the bias coil is unnecessary and not passing an excessive direct current Since one terminal of a sensing coil is connectable with the electrical potential difference of arbitration, there are few components for carrying out a single power supply action, and a design is easy, and since it has diverted to passing the exciting current for hysteresis compensation for initialization, it has the advantage that a bias coil or the exiting coil of dedication is unnecessary.

[0037] Moreover, in the conventional magnetic sensor, a detector is a rectifier circuit by diode, and in order to compensate attenuation of an electrical potential difference, a direct current is passed. However, the optimum value of the direct current of diode changes to a temperature change, and nonlinearity is not compensated but the conversion precision to a direct current signal is inferior in it.

[0038] In a \*\*\*\* 1 operation gestalt, since it is what constitutes a detector by the sample hold circuit by the analog switch and there are no non-linear characteristics, irrespective of the size of a signal, a direct current with it is passed, or the passive circuit elements for it have the advantage that it is unnecessary and the precision over a temperature change is good. [ a good and conversion precision to a direct current signal and ] [ excessive ]

[0039] Since the further conventional magnetic sensor is what impresses a hysteresis cancellation pulse by the fixed repeat at the time of the measurement which impresses the high frequency current continuously, as mentioned above, the noise as an in one direction flowed part is overlapped on a measurement signal, and it remains in it.

[0040] In a \*\*\*\* 1 operation gestalt, since it is what impresses the pulse for hysteresis compensation when the detection current is not impressed to said sensing coil 12, it has the advantage that the pulse for hysteresis compensation is not overlapped on a measurement signal as a noise.

[0041] Moreover, although it consists of the sine wave oscillator which consists of C-MOS IC, a radiator, and a low pass filter as a RF oscillator circuit in the conventional magnetic sensor, it sets in a \*\*\*\* 1 operation gestalt, and it is C-MOS. Since it is what constitutes a pulse oscillator only from a logic IC, it has the advantage that the stability of an electrical potential difference and a frequency is good, with few cheap components.

[0042] In order to drive MI component by the buffer circuit in the further conventional magnetic sensor, It sets in a \*\*\*\* 1 operation gestalt to needing the circuit which compensates the temperature characteristic of a transistor, components becoming abundant, and circuitry becoming complicated. Since it is what carries out a direct drive only by the logic IC, a buffer circuit is unnecessary and electrical-potential-difference stability is high, and while not being influenced by the temperature change, it has the advantage that components become little and circuitry becomes simple.

[0043] (The 2nd operation gestalt) The magnetic detection equipment of a \*\*\*\* 2 operation gestalt As shown in drawing 7 , the hysteresis compensating network 7 in the negative feedback coil 13 as said coil means wound around the perimeter of said magnetic impedance component 11 constituted with the amorphous wire While impressing the pulse for hysteresis compensation based on a negative feedback current synchronizing with powering on By the sample hold circuit 44 as a detector 40, said impedance signal in one property of said hysteresis characteristic The point detected by carrying out sample hold synchronizing with the impression timing of the

current of said magnetic impedance component 11 as a voltage signal based on the induced voltage of the sensing coil 12 as said coil means It is difference with said 1st operation gestalt, and it explains focusing on difference below, the same sign is attached about the same part, and explanation is omitted.

[0044] The magnetic detection equipment of a \*\*\*\* 2 operation gestalt is constituted that a measuring device still highly precise than the magnetic detection equipment of the 1st operation gestalt mentioned above should be realized. The field inside MI component is negated by carrying out current negative feedback of the signal changed into the electrical potential difference from impedance change of MI component as said magnetic impedance component 11 to the negative feedback coil 13 which is the 2nd coil wound around said MI component, and magnetic measurement is carried out, always maintaining the field inside MI component at zero irrespective of the magnitude of an external magnetic field. Moreover, since the feedback current for maintaining the internal field of MI component at zero corresponds to the magnitude of an external magnetic field correctly, if feedback current is changed into an electrical potential difference, it can be made into the measurement signal of a magnetic field. Always maintaining MI component at field zero is always operating MI component by one point, and since the problem of the nonlinearity of MI component is lost, it can expect very high linearity.

[0045] In the circuit shown in drawing 7, the electrical potential difference by which induction was carried out to the sensing coil 12 is memorized in a sample hold circuit 44. Two resistance of a sample hold circuit 44 generates the first reference potential for operating this electronic circuitry with a unipolar power source. An amplifying circuit 66 is 4. Operational-amplifier OP1 - OP4 of an individual It consists of the circuit to include and is OP1 -OP3. The instrumentation amplifier circuit is constituted. The function of this instrumentation amplifier is the 2nd for an electronic circuitry to operate with a unipolar power source. While generating a reference potential, it is amplifying and outputting the signal of said sample hold 44 for a high scale factor based on this reference potential.

[0046] Moreover, OP4 is amplified OP2. The potential for leading a current to said negative feedback coil 3 in an output is  $V_{dd}/2$ . It is the 3rd becoming reference potential generator. A measurement signal is OP2 used as the origin of current negative feedback. It can take out from c output terminals as an electrical potential difference.

[0047] however, not necessarily the same, the operating point, i.e., a zero point, after the hysteresis effectiveness of MI component is discovered and switching on a power source, as the time of measuring before, when not switching on, the idle period, i.e., the power source, to which \*\*\*\* 2 MAG detection equipment does not measure, and it is put to a big external magnetic field, while carrying or leaving it — \*\*\*\* — it does not become but an offset error will be produced. Then, the importance of the initialization excitation circuit of MI component in a \*\*\*\* 2 operation gestalt is explained.

[0048] the function of the timer circuit [ in / on the operation gestalt of \*\*\*\* 2, and / said 1st operation gestalt ] 5, or the initialization excitation circuit 7 — timing capacitance D and OP2 And OP4 from — it has realized using a part of becoming negative feedback circuit.

[0049] Next, the configuration and actuation of a timer circuit and an initialization excitation circuit are explained. OP4 A circuit is the 3rd as described above. Although it is a reference potential generator, this reference potential is OP4. Two resistors R15 connected to the positive-electrode input terminal, and R16  $V_{dd}/2$  If possible, it is set up. Timing capacitance D is the forward electrode of a power source, and said two resistance R15 and R16. A desired primary delay time constant can be set up by being inserted between nodes and choosing the value of Capacitor D appropriately.

[0050] drawing 8 — setting — (A) like — it thinks immediately after supplying electric power switch SB. positive-electrode input terminal a of OP4 a point — (B) it is shown — as — timing capacitance D — supply voltage  $V_{dd}$  forward in an instant up to — going up — after that resistance R15 and R16 and the time constant by Capacitor D —  $V_{dd}/2$  It goes and decreases. At this time, it is OP4. Output terminal b A point is  $V_{dd}/2$  in attenuation of input voltage soon, although predetermined period output voltage is saturated and constant value is maintained, as shown in (C) of drawing 8. It shifts. this timing capacitance D and resistance R15, and R16 And

OP4 from — the becoming circuit has realized the function of said timer 5.

[0051] on the other hand — OP2 Output terminal C since a point does not have a lag unit in the circuit before the input terminal — (D) like — if an electric power switch is switched on — an instant —  $V_{dd}/2$  It stabilizes. this result — immediately after powering on — negative feedback coil 3 \*\*\*\* — (E) of drawing 8 A current flows from b points through the negative feedback coil 3 and resistance R5 and R6 to c points so that it may be shown. The negative initialization excitation  $H_a$  of said drawing 4 can be given to MI component by this, and the operating point can be made to shift to Q points on the lower characteristic ray LC. It sets on this characteristic ray LC, and is (F) of drawing 8 . And (G) P1 and P2 which are shown perform field measurement.

[0052] In a \*\*\*\* 2 operation gestalt, in order for said negative feedback to always maintain MI component at a zero field (i.e., in order that the operating point may not move), the effect of a hysteresis does not appear. Therefore, during measurement, while not performing initialization excitation and being able to perform highly precise field measurement by the minimum components mark, the same operation effectiveness as the 1st operation gestalt is done so.

[0053] The experiment which checks the effectiveness in a \*\*\*\* 2 operation gestalt was conducted. About the case where it does not use with the case where an initialization excitation circuit is used, the indicated value of the signal just behind 50 times of powering on was summarized by frequency by the same conditions, respectively. It is (a) of drawing 9 about the result. (b) It is shown. It is (b) when initialization excitation is used from this. It is (a) when not setting and using. The result to which the width of face of indicated value, i.e., dispersion of offset, decreases to one sixth was obtained. As mentioned above, a \*\*\*\* 2 operation gestalt realizes magnetic measurement with a high precision so that clearly.

[0054] Moreover, in a \*\*\*\* 2 operation gestalt, since the negative feedback coil serves as the role of the coil of initialization excitation, in order that the amplifier circuit for negative feedbacks (OP2, OP4) may fill current capacity required for initialization excitation enough, it reduces the number of components by making this make it serve a double purpose, and has the advantage of making circuitry simple.

[0055] An above-mentioned operation gestalt is what was illustrated for explanation, and unless it is contrary to the technical thought of this invention which there is nothing and this contractor can recognize from the publication of a claim, a detailed description, and a drawing, modification and addition are possible for it what is limited to them as this invention.

[0056] Although the example directly impressed to said magnetic impedance component as an example about the impression of a current to a magnetic sensor was explained in the above-mentioned operation gestalt, in some which are limited to them as this invention, there is nothing, a current is impressed to the coil means wound around said magnetic impedance component, and there is technical room to adopt the operation gestalt which realizes actuation of a magnetic impedance component indirectly.

---

[Translation done.]

# \* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing the magnetic detection equipment of the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the timing diagram Fig. showing the wave in the pulse power source of a \*\*\*\* 1 operation gestalt, a magnetic impedance component, and a sensing coil.

[Drawing 3] It is the timing diagram Fig. showing the relation between the impression pulse of the magnetic impedance component in a \*\*\*\* 1 operation gestalt, and an initialization pulse.

[Drawing 4] It is a diagram for explaining the characteristic ray used at the time of measurement of the hysteresis loop of the magnetic impedance component in a \*\*\*\* 1 operation gestalt.

[Drawing 5] It is the diagram showing the hysteresis loop acquired by the experiment before performing hysteresis compensation of the magnetic impedance component in a \*\*\*\* 1 operation gestalt.

[Drawing 6] It is the diagram showing the hysteresis loop acquired by the experiment at the time of performing hysteresis compensation of the magnetic impedance component in a \*\*\*\* 1 operation gestalt.

[Drawing 7] It is the circuit diagram showing the magnetic detection equipment of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is the timing diagram Fig. showing the wave of each point on the circuit in the magnetic detection equipment of a \*\*\*\* 2 operation gestalt.

[Drawing 9] It is the diagram showing the experimental result of the variation in the indicated value when not using with the case where the initialization excitation just behind powering on in the magnetic detection equipment of a \*\*\*\* 2 operation gestalt is used.

[Drawing 10] It is the block circuit diagram showing the conventional magnetic sensor.

[Drawing 11] It is the timing diagram Fig. showing the wave of each part on the circuit in the conventional magnetic sensor.

### [Description of Notations]

1 Magnetic Sensor

11 Magnetic Impedance Component

12 Sensing Coil

40 Detector

7 Hysteresis Compensating Network

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

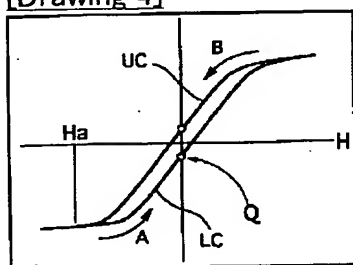
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

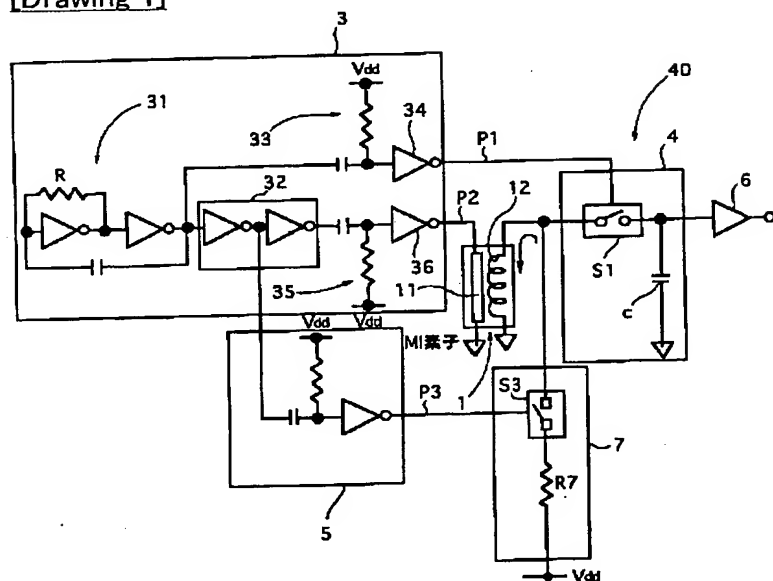
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

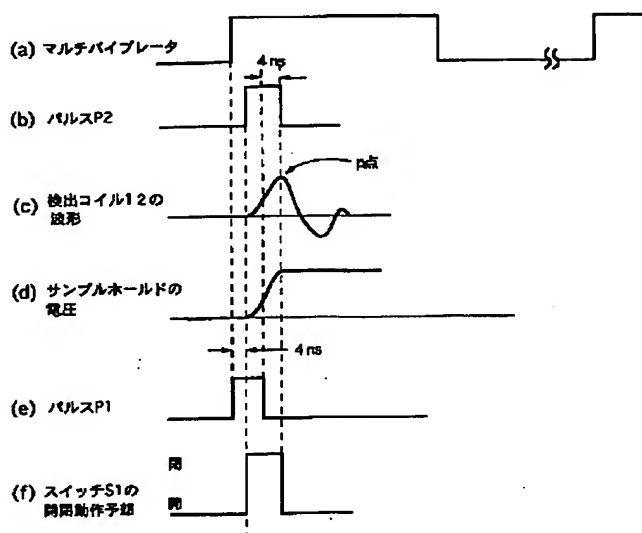
[Drawing 4]



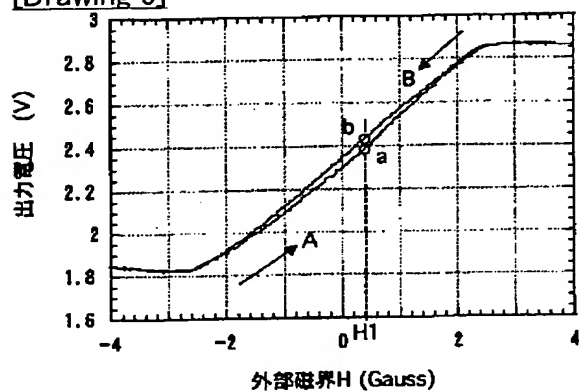
[Drawing 1]



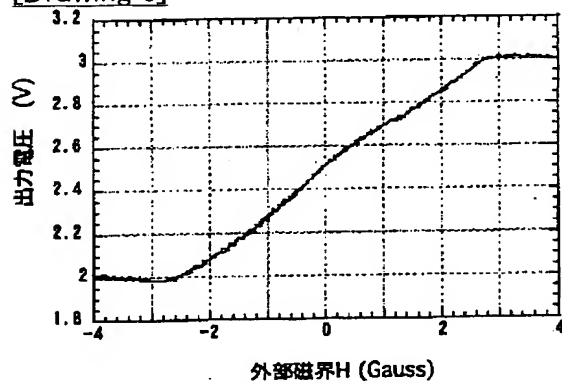
[Drawing 2]



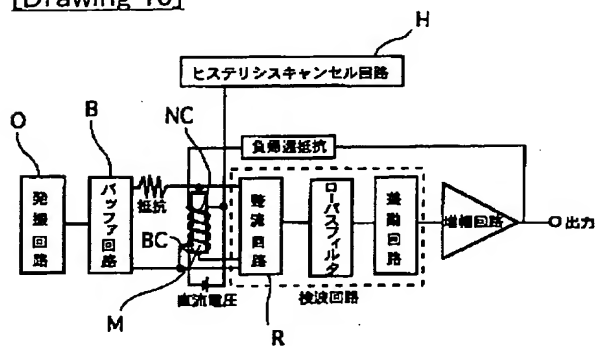
[Drawing 5]



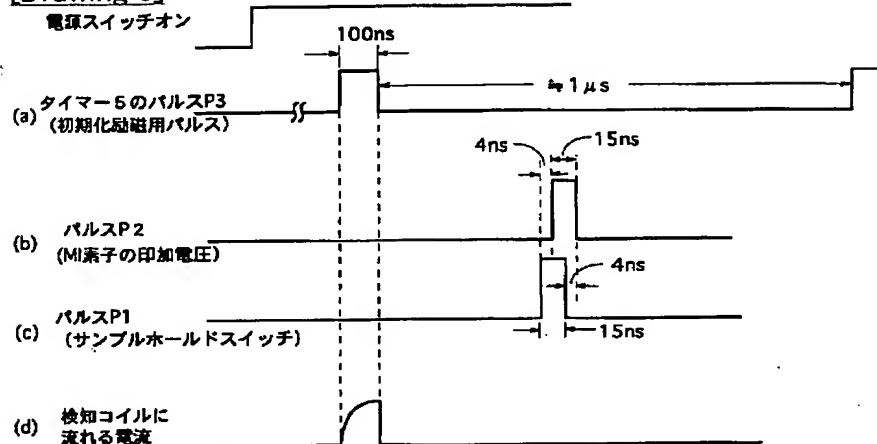
[Drawing 6]



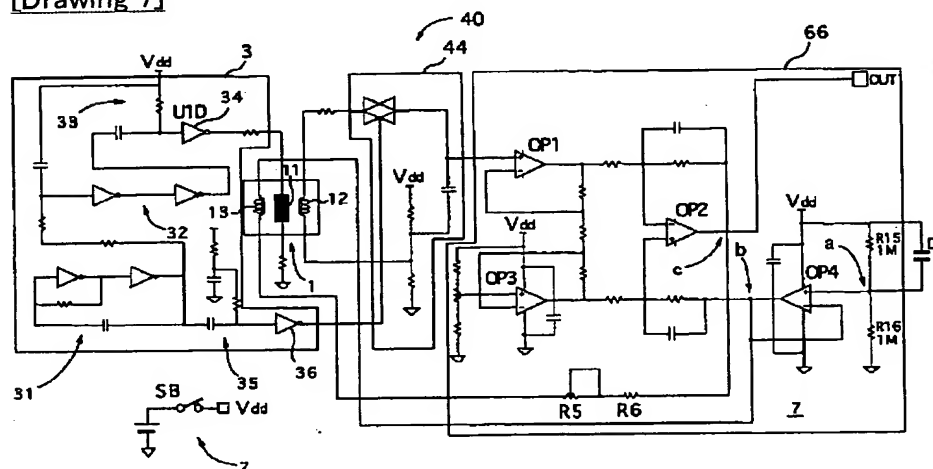
[Drawing 10]



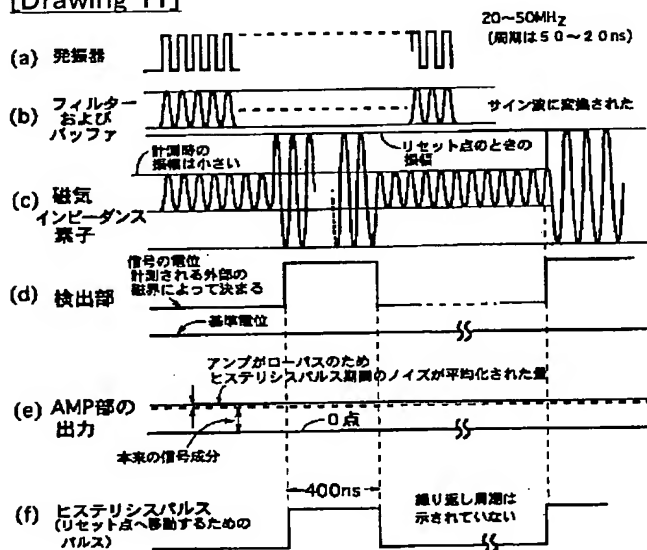
[Drawing 3]



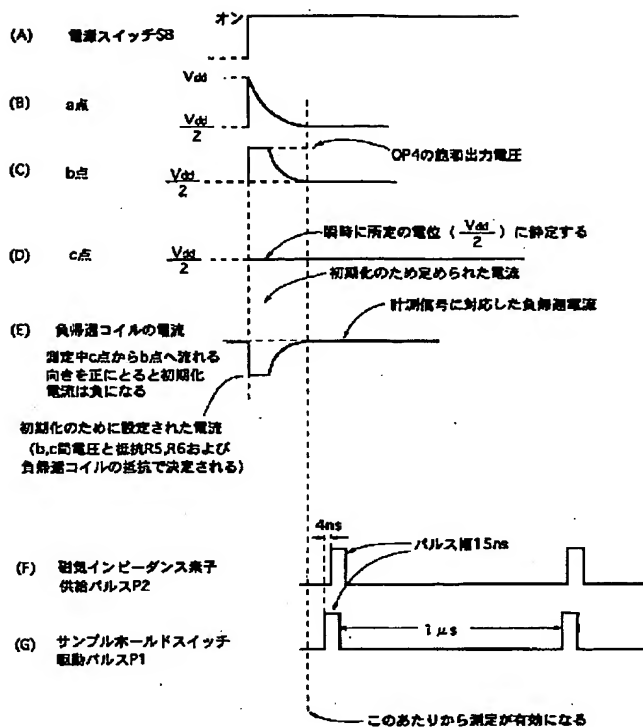
[Drawing 7]



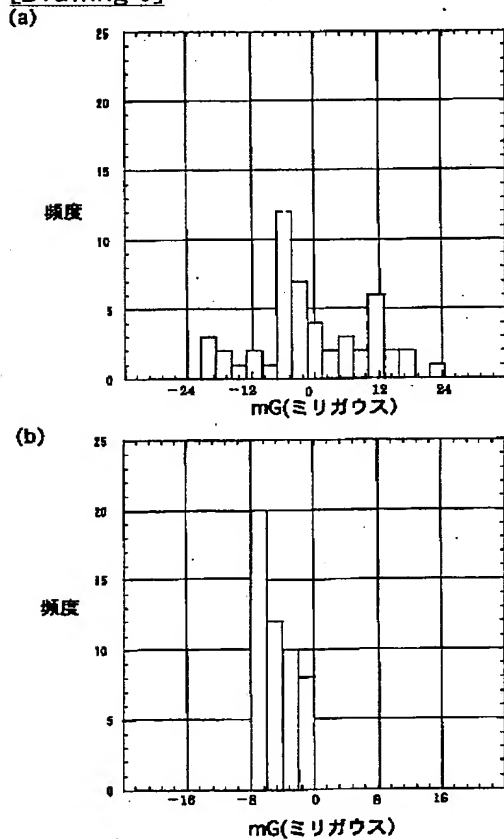
[Drawing 11]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-121517  
(P2003-121517A)

(43)公開日 平成15年4月23日(2003.4.23)

(51)Int.Cl.  
G 0 1 R 33/02

識別記号

F I  
G 0 1 R 33/02

データベース(参考)  
D 2 G 0 1 7

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2001-316086(P2001-316086)

(22)出願日 平成13年10月12日(2001.10.12)

(71)出願人 501034106

アイチ・マイクロ・インテリジェント株式  
会社

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地

(72)発明者 毛利 佳年雄

愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイ  
チ・マイクロ・インテリジェント株式会  
社 内

(74)代理人 100083046

弁理士 ▲高▼橋 克彦

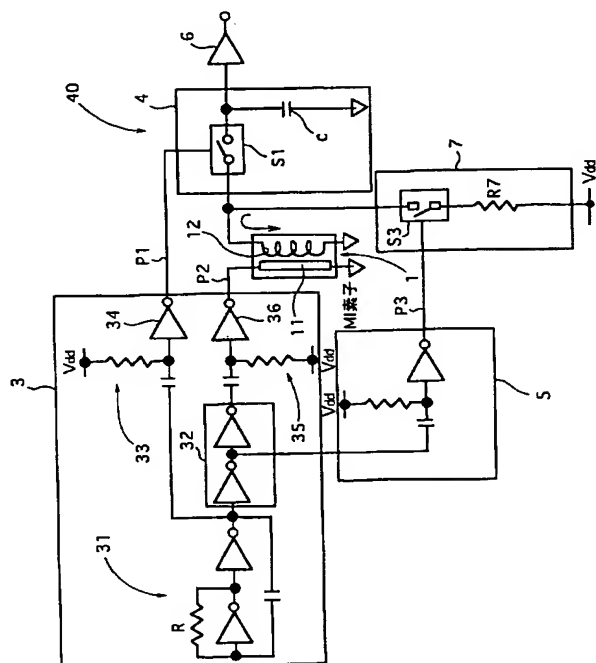
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気検出装置

(57)【要約】

【課題】 磁気インピーダンス素子のヒステリシスに基づき誤差分の混入を防止することにより、精度の悪化を防止し、精度の高い測定を可能にすること。

【解決手段】 外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化するアモルファスワイヤによって構成された磁気インピーダンス素子11の周囲に検出コイル12を巻回した磁気センサー1と、前記磁気インピーダンス素子11にパルス電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子11のインピーダンスを前記検出コイル12の誘起電圧に基づく電圧信号として検出する検出回路40と、前記インピーダンス信号の検出に先立ち、前記磁気インピーダンス素子11にパルス電流が印加されていない時にヒステリシス補償用パルスを印加して、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号の検出を可能にするヒステリシス補償回路7とから成る磁気検出装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化する磁気インピーダンス素子の周囲にコイル手段を巻回した磁気センサーと、

前記磁気インピーダンス素子に電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子のインピーダンスを前記コイル手段の誘起電圧に基づく電圧信号として検出する検出回路と、

前記インピーダンス信号の検出に先立ち、前記コイル手段または前記磁気インピーダンス素子にヒステリシス補償用パルスを印加して、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号の検出を可能にするヒステリシス補償回路とから成ることを特徴とする磁気検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記ヒステリシス補償回路が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段としての検出コイルに、前記磁気インピーダンス素子に電流が印加されていない時にヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、前記検出回路としてのサンプルホールド回路によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、電流の印加タイミングに同期して前記検出コイルの誘起電圧に基づく電圧信号としてサンプルホールドすることにより検出することを特徴とする磁気検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、

前記ヒステリシス補償回路が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段としての負帰還コイルに、電源投入に同期して負帰還電流に基づきヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、前記検出回路としてのサンプルホールド回路によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、前記磁気インピーダンス素子の電流の印加タイミングに同期して前記コイル手段としての検出コイルの誘起電圧に基づく電圧信号としてサンプルホールドすることにより検出することを特徴とする磁気検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化する磁気インピーダンス素子に電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子のインピーダンスを前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回したコイル手段の誘起電圧に基づく電圧信号として検出する磁気検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の磁気検出器（特開平 6-1769

30、特開 2000-180521）は、磁気インピーダンス素子が外部磁界に応じてそのインピーダンスが高感度で変化するので、このインピーダンス変化を信号変換回路によって検出するものであるが、前記磁気インピーダンス素子がヒステリシス特性を有するので、測定時あるいは非測定時にかかわらず前記磁気インピーダンス素子が外部磁界に暴露された履歴によって測定値に誤差が生ずる。

【0003】そこで従来の磁気センサ（特開 2000-180521）は、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性による測定値の誤差を解消するため、図 10 に示されるように薄膜より成る磁気インピーダンス素子 M を用いた磁気コアに負帰還コイル NC およびバイアスコイル BC を巻回した磁気センサにおいて、前記磁気コアの両端に高周波電流を印加する発振回路 O と前記磁気コアとの間に介挿されインピーダンスのミスマッチングを調整するバッファ回路 B と、前記磁気インピーダンス素子に印加された外部磁界に応じて変化する高周波電流の変化量から外部磁界の磁気変化量を検出する検波回路 R と、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシスを解消するヒステリシスキャンセル回路 H とを備えるものであった。

【0004】また上記従来の磁気センサにおいては、大きい負の外部磁界が入った場合、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシスの影響により検出電圧が大きく変わってしまうことの対策として、一定周期で一定幅のパルスを作り出しトランジスタで前記磁気インピーダンス素子のバイアスコイルに印加していた。

【0005】さらに上記従来の磁気センサにおいては、上記公報にも記載があるようにヒステリシスパルスを印加することで出力が不安定になると考えられるが、パルス幅およびパルス振幅をオペアンプの周波数特性以上に設定することでオペアンプを含む回路がローパスフィルタとして機能し、ヒステリシスパルスの影響を受けないようにするものであった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の磁気センサにおいては、上記公報に記載された図面図 19 が、ヒステリシスパルスによりリセット点まで磁界を加えるとそのとき高周波の振幅がほぼ最大になることを表している。

【0007】図 11 を用いて時系列的に解析すると、図 11 の（f）に示されるヒステリシスパルスが立ち上がっている 400 ns の期間においては、磁気インピーダンス素子の両端の高周波電圧の振幅は、図 11 の（c）に示されるごとくほぼ最大値となる。

【0008】この結果、上記公報に記載された図面図 25 における検出部は、高周波の振幅を直流に変換するため、図 11 の（d）に示されるごとく測定した磁界に対応する直流信号に前記 400 ns の期間最大値となった

高周波の振幅に対応するパルス状の電圧が重畳することになる。

【0009】AMP部は上述したようにローパスフィルタの機能を持つため、出力信号は、このようなパルス状の波形にはならず、図11の(e)に示されるごとく高周波の増大分に対応する平均化された直流電圧が誤差分(ノイズ)として本来の信号成分としての計測信号に重畳する。したがって上記従来の磁気センサは、上述したように誤差分の混入により、精度の悪化を招き、精度の高い測定ができないという問題があった。

【0010】そこで本発明者は、インピーダンス信号の検出中にヒステリシスパルスを印加する上述の従来装置における問題点を解消するために、インピーダンス信号の検出とヒステリシスパルスの印加のタイミングを異ならせて、インピーダンスの測定信号に誤差を与えないタイミングでヒステリシスパルスを前記コイル手段または磁気インピーダンス素子に印加する本発明の着目点に着目した。

【0011】本発明者は、上記着目点に基づき、外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化する磁気インピーダンス素子に電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子のインピーダンスを前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回されたコイル手段の誘起電圧に基づく電圧信号として検出する磁気検出装置において、前記インピーダンス信号の検出に先立ち、前記コイル手段または前記磁気インピーダンス素子にヒステリシス補償用パルスを印加して、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号の検出を可能にして、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシスを補償するという本発明の技術的思想に着眼し、更に研究開発を重ねた結果、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシスに基づく誤差分の混入を防止することにより、精度の悪化を防止し、精度の高い測定を可能にするという目的を達成する本発明に到達した。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明(請求項1に記載の第1発明)の磁気検出装置は、外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化する磁気インピーダンス素子の周囲にコイル手段を巻回した磁気センサーと、前記磁気インピーダンス素子に電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子のインピーダンスを前記コイル手段の誘起電圧に基づく電圧信号として検出する検出回路と、前記インピーダンス信号の検出に先立ち、前記コイル手段または前記磁気インピーダンス素子にヒステリシス補償用パルスを印加して、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号の検出を可能にするヒステリシス補償回路とから成るものである。

【0013】本発明(請求項2に記載の第2発明)の磁

気検出装置は、前記第1発明において、前記ヒステリシス補償回路が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段としての検出コイルに、前記磁気インピーダンス素子に電流が印加されていない時にヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、前記検出回路としてのサンプルホールド回路によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、電流の印加タイミングに同期して前記検出コイルの誘起電圧に基づく電圧信号としてサンプルホールドすることにより検出するものである。

【0014】本発明(請求項3に記載の第3発明)の磁気検出装置は、前記第1発明において、前記ヒステリシス補償回路が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段としての負帰還コイルに、電源投入に同期して負帰還電流に基づきヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、前記検出回路としてのサンプルホールド回路によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、前記磁気インピーダンス素子の電流の印加タイミングに同期して前記コイル手段としての検出コイルの誘起電圧に基づく電圧信号としてサンプルホールドすることにより検出するものである。

#### 【0015】

【発明の作用および効果】上記構成より成る第1発明の磁気検出装置は、外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化する磁気インピーダンス素子に電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子のインピーダンスを前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段の誘起電圧に基づき電圧信号として検出回路によって検出されるものであるが、上述の前記インピーダンス信号の検出に先立ち、前記コイル手段または前記磁気インピーダンス素子にヒステリシス補償用パルスを印加して、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号の検出を可能にするので、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシスに基づく誤差分の混入を防止することによって、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシスを補償することにより、精度の悪化を防止し、精度の高い測定を可能にするという効果を奏する。

【0016】上記構成より成る第2発明の磁気検出装置は、前記第1発明において、前記ヒステリシス補償回路が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段としての検出コイルに、前記磁気インピーダンス素子に電流が印加されていない時にヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、前記検出回路としてのサンプルホールド回路によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、電流の印加タイミングに同期して前記検出コイルの誘起電圧に基づく電圧

信号としてサンプルホールドすることにより検出するので、前記アモルファスワイヤによる高感度な磁気測定を可能にするとともに、従来装置のように測定した磁界に対応する直流信号にヒステリシスキャンセルパルスを平均化した直流成分が重畳することを防止して、精度の高い測定を可能にするという効果を奏する。

【0017】上記構成より成る第3発明の磁気検出装置は、前記第1発明において、前記ヒステリシス補償回路が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子の周囲に巻回された前記コイル手段としての負帰還コイルに、電源投入に同期して負帰還電流に基づきヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、前記検出回路としてのサンプルホールド回路によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、前記磁気インピーダンス素子の電流の印加タイミングに同期して前記コイル手段としての検出コイルの誘起電圧に基づく電圧信号としてサンプルホールドすることにより検出するので、前記アモルファスワイヤによる高感度な磁気測定を可能にし、前記負帰還コイルに負帰還電流を印加して前記磁気インピーダンス素子をゼロ磁界に保つとともに、従来装置のように測定した磁界に対応する直流信号にヒステリシスキャンセルパルスを平均化した直流成分が重畳することを防止して、精度の高い測定を可能にするという効果を奏する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態につき、図面を用いて説明する。

【0019】（第1実施形態）本第1実施形態の磁気検出装置は、図1に示されるように外部磁界の大きさに応じてインピーダンスが変化するアモルファスワイヤによって構成された磁気インピーダンス素子11の周囲にコイル手段としての検出コイル12を巻回した磁気センサー1と、前記磁気インピーダンス素子11にパルス電流が印加され、外部磁界により変化した前記磁気インピーダンス素子11のインピーダンスを前記検出コイル12の誘起電圧に基づく電圧信号として検出する検出回路40と、前記インピーダンス信号の検出に先立ち、前記磁気インピーダンス素子11にパルス電流が印加されていない時にヒステリシス補償用パルスを印加して、前記磁気インピーダンス素子のヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号の検出を可能にするヒステリシス補償回路7とから成るものである。

【0020】本第1実施形態における電子回路は、上述の回路に前記磁気インピーダンス素子11にパルス電流を印加するパルス電源3と、前記ヒステリシス補償回路としての初期化励磁回路7に励磁タイミングおよび期間の信号を与えるタイマー回路5を具備する。

【0021】前記磁気インピーダンス素子（MI素子）11は、導電性を有する磁性体であって、通常直径20〜30μmで長さ数mmのアモルファスワイヤ（線）、薄膜構造

あるいはその他のものが採用され、本第1実施形態においては一例としてアモルファスワイヤを採用した。MI素子は前述のごとく外部の磁界に対応してそのインピーダンスが変化する。該MI素子は一般的には数10MHz以上の高周波に対して磁気インピーダンス効果が高く現れる。本第1実施形態においてはC-MOS ロジック素子を利用して、15nsのパルス幅でパルス駆動することで近似的に高周波駆動している。以下に図2に示されるタイムチャート図を用いて動作を説明する。

【0022】パルス電源3は、マルチバイブレータ31を原発振器としてその発振周波数で繰り返すP1、P2の二つのパルスを出力する。本第1実施形態においては該マルチバイブレータ31の発振周波数は一例として1MHzに設定した。

【0023】第1のパルスP1は、前記マルチバイブレータの矩形波を微分器33およびインバータ34により波形整形して、図2の（e）のごとくパルス幅15nsのパルスを出力する。第2のパルスP2はマルチバイブレータの出力を遅延回路32を通じた後微分回路35およびインバータ36により図2の（b）のパルス幅15nsのパルスP2を出力する。

【0024】前記遅延回路32は、C-MOS インバータを2つ直列接続することにより、4nsの遅延時間を得ている。したがってパルスP2から見るとP1は4ns 先行していることになる。パルスP2はMI素子に接続されているので図2の（b）のごときパルスが発生するとMI素子に外部の磁界（周囲磁場）で決定されるインピーダンスに対応した電流が流れる。

【0025】検出コイル12は、図2の（c）のごとくMI素子との電磁気的な結合によりMI素子のインピーダンスに対応した電圧を誘起する。この検出コイル12の（d）の波形は減衰振動となるがこれは検出コイルのインダクタンスと浮遊容量および損失から決まるものである。ここで図2の（c）の波形においてMI素子のインピーダンスすなわち外部の磁界に対応する最もふさわしい電圧はp点すなわち最大値である。

【0026】そこでMI素子にパルスP2が印加されるより以前に閉としていた検出回路40としてのサンプルホールド回路4のアナログスイッチS1を前記検出コイル12の誘起電圧の最大時点すなわち前記p点の時刻で前記パルスP1に基づき開とする。これによりMI素子のインピーダンスに対応するすなわち外部磁界の大きさに対応する測定信号をコンデンサCにおいて記憶する。

【0027】この測定信号は、次のパルスP2が印加されるまでサンプルホールド回路4で保持される図2の（d）とともにアンプ6で所定の電圧に増幅されて出力される。なお前記パルスP1がP2より4ns 先行しているのは、スイッチS1の実際の開閉動作（図2の（f））が、図2の（e）の駆動パルスP1より4ns 遅れるため、検出コイル12の波形の最大値p点の電圧をコンデンサ

Cにおいて記憶することにより、サンプルホールド回路4が検出コイル12の電圧に十分追従して精度よく最大値を保持させることができる。

【0028】しかしながら、前記磁気インピーダンス素子11としてのMI素子にはわずかなヒステリシス現象があり前記図1の回路の出力信号は図4に示すごとく外部磁界が負から正へ大きく変化(矢印A)するときと正から負へ変化(矢印B)するときではヒステリシスループが発現し、磁界に対する感度はほぼ一定であるが零点移動(オフセット)が現れる。すなわちMI素子あるいはMI素子を含んだ磁気測定装置が過去にいかなる磁界に曝されてきたかによって同じ磁界を測定しても指示値が異なるということが生じる。たとえば、実験結果を示す図5においてH1という外部磁界に対して出力電圧は、a点、b点の二つの異なった値をとる。

【0029】初期化励磁回路7は、スイッチS3と電流調整用の抵抗R7から成り、励磁スイッチS3はタイマ回路5のパルス信号P3により所定の時刻に所定の期間前記検出コイル12に電子回路の直流電源から電流を印加することによりMI素子を初期化励磁する。

【0030】パルス電源3の各出力とタイマ回路5の出力P3の関係を図3に示す。パルス電源3の出力は、P1がP2に対して数(ns)先行している。P1およびP2のパルス幅は共に例えば15ns程度で、パルスの繰り返し期間はたとえば約1 $\mu$ sである。したがってMI素子の初期化励磁は、前記1 $\mu$ sの期間のほぼどのタイミングでも可能であるが、本第1実施形態においてはタイマ回路5を前記遅延回路32に接続してトリガーとなる信号を得ているためパルスP1およびP2の繰り返しのほぼ中央の時刻すなわちパルスP1、P2が立ち上がる約0.5 $\mu$ s手前でタイマ5が作動するような設定としている。またタイマ5のパルス幅は、MI素子11の磁気特性と巻回した検出コイル12の過渡特性により決定されるが、ここでは一例として100nsの例を示した。

【0031】P1、P2およびタイマ5のパルスP3は、ともに同期関係にあるためつねにタイマ5のパルスのタイミングでMI素子が初期化されてから磁界測定が行われるので、安定かつ高精度な測定を可能にすることができる。

【0032】すなわち図3において初期化励磁をするためのタイマ5のパルスP3が図3の(a)のごとく正に立ち上がると初期化励磁回路7のスイッチS3が閉となる。これにより電源Vddに接続されている初期化励磁回路7の抵抗R7を通じて初期化励磁のための電流が図3の

(d)に示すごとく検出コイル12に流れ込む。この電流は主としてコイルのインダクタンスと抵抗R7によりなる時定数で電流の立ち上がりが決まるので一次遅れになる。この最終値が、往路(下側の特性線)LCと復路(上側の特性線)UCの曲線にオフセットが生ずる図4に示されるヒステリシスループにおける一例として下側

の特性線LCを測定に用いるためにヒステリシスループよりも大なる負の磁界Haを初期化励磁としてMI素子に付与する。そしてパルスP3が終了すると、周囲磁場がゼロであれば図4のヒステリシスループの下側の特性線LC上のQ点が動作点となりMI素子の初期化が完了する。

【0033】したがって、1 $\mu$ s周期のP1、P2のパルスで磁界の測定が行われる毎直前0.5 $\mu$ sの時刻にこの初期化が実施されるのでヒステリシスの影響のない精度の高い測定が可能である。

10 【0034】本第1実施形態において、図6はヒステリシスの影響がなくなったことを確認するための実験例を示す。図6の横軸は試験のために外部から与えた正および負の磁界、そして縦軸は測定信号であるが、ヒステリシスループは見られずオフセット誤差が消滅していることが分かる。

【0035】上記従来の磁気センサーにおいては、MI素子を最大感度にするためにバイアスコイルに直流を常時流す必要があり、バッテリーの消耗が早く不利であり、ヒステリシスキャンセルのための励磁はこのバイアスコイルを流用しており、励磁のための専用回路を備えているとともに、磁界の検出は薄膜コアとしてのMI素子の両端の電圧降下から検出しており、検出コイルを備えていない。

20 【0036】本第1実施形態においては、MI素子としてのアモルファスワイヤが高感度であるため微弱な磁界の検出も可能にするとともに、感度が一樣なためバイアスコイルは不要であり、余分な直流電流を流す必要がないとともに、検出コイルの一方の端子を任意の電圧に接続できるので単電源動作させるための部品が少なく設計が容易であり、初期化のためにヒステリシス補償用励磁電流を流すのに流用しているためバイアスコイルあるいは専用の励磁コイルは不要であるという利点を有する。

30 【0037】また従来の磁気センサーにおいては、検出回路が、ダイオードによる整流回路であり、電圧の減衰を補償するため直流電流を流している。しかしながら温度変化に対してダイオードの直流電流の最適値は変化する。また非直線性は補償されず直流信号への変換精度が劣る。

【0038】本第1実施形態においては、アナログスイッチによるサンプルホールド回路によって検出回路を構成するものであるため、非直線特性がないので、信号の大小にかかわらず直流信号への変換精度が良く、かつ余分な直流電流を流したりそのための回路部品が不要であり、また温度変化に対する精度が良いという利点を有する。

40 【0039】さらに従来の磁気センサーは、高周波電流を連続して印加する計測時にヒステリシスキャンセルパルスを一定の繰り返しで印加するものであるため、上述したように計測信号に直流分としてのノイズが重畳して残る。

【0040】本第1実施形態においては、前記検出コイル12に検出電流が印加されていない時にヒステリシス補償用パルスを印加するものであるため、計測信号にヒステリシス補償用パルスがノイズとして重畳しないという利点を有する。

【0041】また従来の磁気センサーにおいては、高周波発振回路としてC-MOS IC、発振子、ローパスフィルタから成るサイン波発振器から成るものであるが、本第1実施形態においては、C-MOS ロジック ICのみでパルス発振器を構成するものであるため、少ない安価な部品によって電圧および周波数の安定度が良好であるという利点を有する。

【0042】さらに従来の磁気センサーにおいては、MI素子の駆動をバッファ回路によって行うため、トランジスタの温度特性を補償する回路を必要とし、部品が多量になり、回路構成が複雑になるのに対して、本第1実施形態においては、ロジック ICのみで直接駆動するものであるため、バッファ回路が不要であり、電圧安定度が高く、温度変化に左右されないとともに、部品が少量になり、回路構成がシンプルになるという利点を有する。

【0043】(第2実施形態) 本第2実施形態の磁気検出装置は、図7に示されるようにヒステリシス補償回路7が、アモルファスワイヤによって構成された前記磁気インピーダンス素子11の周囲に巻回された前記コイル手段としての負帰還コイル13に、電源投入に同期して負帰還電流に基づきヒステリシス補償用パルスを印加するとともに、検出回路40としてのサンプルホールド回路44によって、前記ヒステリシス特性の一方の特性における前記インピーダンス信号を、前記磁気インピーダンス素子11の電流の印加タイミングに同期して前記コイル手段としての検出コイル12の誘起電圧に基づく電圧信号としてサンプルホールドすることにより検出する点が、前記第1実施形態との相違点であり、以下相違点を中心に説明し、同一部分については同一符号を付し、説明を省略する。

【0044】本第2実施形態の磁気検出装置は、上述した第1実施形態の磁気検出装置よりさらに高精度の測定装置を実現すべく構成されている。前記磁気インピーダンス素子11としてのMI素子のインピーダンス変化から電圧に変換した信号を前記MI素子に巻回した第2のコイルである負帰還コイル13に電流負帰還することでMI素子の内部の磁界を打ち消し、外部磁界の大きさにかかわらずつねにMI素子の内部の磁界を零に保ちながら磁気測定するものである。またMI素子の内部磁界を零に保つための帰還電流は外部磁場の大きさに正確に対応するため帰還電流を電圧に変換すれば磁場の測定信号とすることができる。MI素子をつねに磁界零に保つことはMI素子をつねに一点で動作させることでありMI素子の非直線性の問題がなくなるので非常に高い直線性が期待でき

る。

【0045】図7に示される回路において、検出コイル12に誘起された電圧は、サンプルホールド回路44において記憶される。サンプルホールド回路44の二つの抵抗は、本電子回路を単極電源で動作させるための第一の基準電位を発生するものである。増幅回路66は、4個のオペレーショナルアンプOP1～OP4を含む回路から成り、OP1～OP3は計装アンプ回路を構成している。該計装アンプの機能は、電子回路が単極電源で動作するための第2の基準電位を発生するとともに該基準電位をベースに前記サンプルホールド44の信号を高倍率で増幅して出力することである。

【0046】また、OP4は、増幅されたOP2の出力を前記負帰還コイル3に電流を通じるための電位がVdd/2となる第3の基準電位発生器である。測定信号は、電流負帰還の源流となるOP2の出力端子c点から電圧として取り出すことができる。

【0047】しかしながら本第2磁気検出装置が計測を行わない休止期間すなわち電源が投入されていない時に、運搬したりあるいは放置しておく間に大きな外部磁界に曝されると、MI素子のヒステリシス効果が発現し電源を投入した後の動作点すなわち零点は以前に計測を実施したときとは必ずしも同じとはならず、オフセット誤差を生じることになる。そこで本第2実施形態におけるMI素子の初期化励磁回路の重要性について説明する。

【0048】本第2の実施形態において、前記第1実施形態におけるタイマー回路5や初期化励磁回路7の機能は、タイミングコンデンサDとOP2およびOP4からなる負帰還回路の一部を利用して実現している。

【0049】次にタイマー回路と初期化励磁回路の構成と動作について説明する。OP4の回路は前記したごとく第3の基準電位発生器であるがこの基準電位はOP4の正極入力端子に接続されている二つの抵抗R15、R16によってVdd/2となるべく設定されている。タイミングコンデンサDは、電源の正の電極と前記二つの抵抗R15、R16の接続点との間に挿入されておりコンデンサDの値を適切に選ぶことにより所望の1次遅れ時定数を設定することができる。

【0050】図8において、(A)のごとく電源スイッチSBが投入された直後を考える。OP4の正極入力端子a点は(B)に示すごとくタイミングコンデンサDによって瞬時に正の電源電圧Vddまで上昇し、その後抵抗R15、R16およびコンデンサDによる時定数でVdd/2に向かって減衰する。このときOP4の出力端子b点は図8の(C)のごとく所定の期間出力電圧が飽和して一定値を保つが、やがて入力電圧の減衰とともにVdd/2へ移行する。このタイミングコンデンサDと抵抗R15、R16およびOP4からなる回路が、前記タイマ5の機能を実現している。

【0051】一方OP2の出力端子c点は、その入力端子以前の回路に遅れ要素がないため(D)のごとく電源スイ

ッチが投入されると瞬時に $V_{dd}/2$ に静定する。この結果電源投入直後に負帰還コイル3には図8の(E)に示すごとくb点からc点へ負帰還コイル3および抵抗 $R_5$ 、 $R_6$ を通じて電流が流れる。これにより前記図4の負の初期化励磁 $H_a$ をMI素子に付与し、動作点を下側の特性線LC上Q点に移行させることができる。かかる特性線LC上において、図8の(F)および(G)に示されるP1、P2によって磁界測定を行うものである。

【0052】本第2実施形態においては、前記負帰還によりMI素子を常にゼロ磁界に保つためつまり動作点が移動しないため、ヒステリシスの影響が現れない。したがって測定中は初期化励磁を行う必要がなく、また最少の部品点数で高精度の磁界測定ができるとともに、その他第1実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0053】本第2実施形態における効果を確認する実験を実施した。初期化励磁回路を用いた場合と用いない場合について、それぞれ同一条件で50回の電源投入直後の信号の指示値を頻度でまとめた。その結果を図9の(a)、(b)に示す。これより初期化励磁を用いた場合(b)においては、用いない場合(a)よりも指示値すなわちオフセットのばらつきの幅が $1/6$ に減少する結果が得られた。以上から明かなように本第2実施形態が、精度の高い磁気計測を実現するものである。

【0054】また本第2実施形態においては、初期化励磁のコイルの役割を負帰還コイルが兼ねているので、負帰還用のアンプ回路(OP2、OP4)は初期化励磁に必要な電流容量を十分満たすため、これを兼用させることで部品数を減らし、回路構成をシンプルにするという利点を有する。

【0055】上述の実施形態は、説明のために例示したもので、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲、発明の詳細な説明および図面の記載から当業者が認識することができる本発明の技術的思想に反しない限り、変更および付加が可能である。

【0056】上述の実施形態においては、磁気センサーに対する電流の印加について、一例として前記磁気インピーダンス素子に直接印加する例について説明したが、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、前記

磁気インピーダンス素子に巻回されたコイル手段に電流を印加して、間接的に磁気インピーダンス素子の動作を実現する実施形態を採用する技術的な余地がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の磁気検出装置を示す回路図である。

【図2】本第1実施形態のパルス電源、磁気インピーダンス素子、検出コイルにおける波形を示すタイムチャート図である。

【図3】本第1実施形態における磁気インピーダンス素子の印加パルスおよび初期化パルスの関係を示すタイムチャート図である。

【図4】本第1実施形態における磁気インピーダンス素子のヒステリシスループの測定時に利用する特性線を説明するための線図である。

【図5】本第1実施形態における磁気インピーダンス素子のヒステリシス補償を行う前の実験によって得られたヒステリシスループを示す線図である。

【図6】本第1実施形態における磁気インピーダンス素子のヒステリシス補償を行った場合の実験によって得られたヒステリシスループを示す線図である。

【図7】本発明の第2実施形態の磁気検出装置を示す回路図である。

【図8】本第2実施形態の磁気検出装置における回路上の各点の波形を示すタイムチャート図である。

【図9】本第2実施形態の磁気検出装置における電源投入直後の初期化励磁を用いた場合と用いない場合の指示値のバラツキの実験結果を示す線図である。

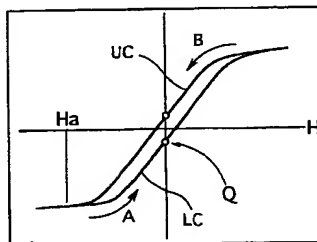
【図10】従来の磁気センサーを示すブロック回路図である。

【図11】従来の磁気センサーにおける回路上の各部の波形を示すタイムチャート図である。

【符号の説明】

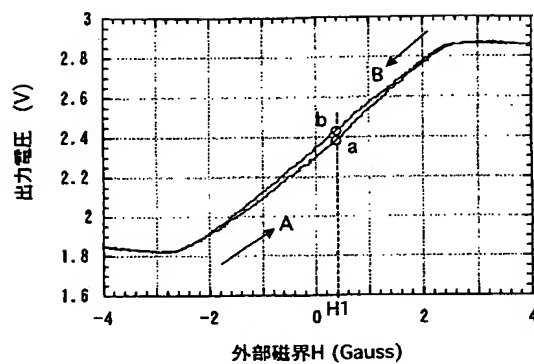
- 1 磁気センサー
- 11 磁気インピーダンス素子
- 12 検出コイル
- 40 検出回路
- 7 ヒステリシス補償回路

【図4】

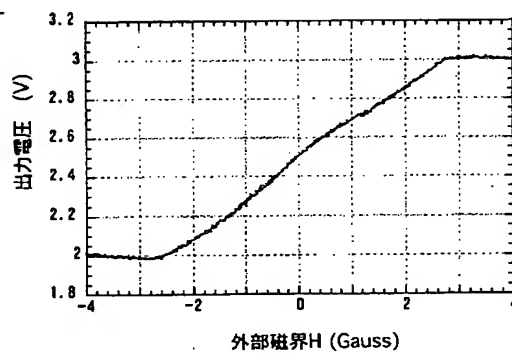




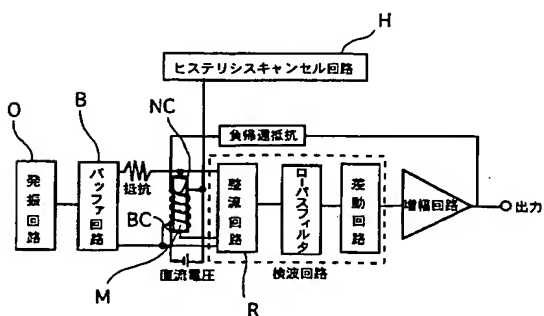
【図5】



【図 6】

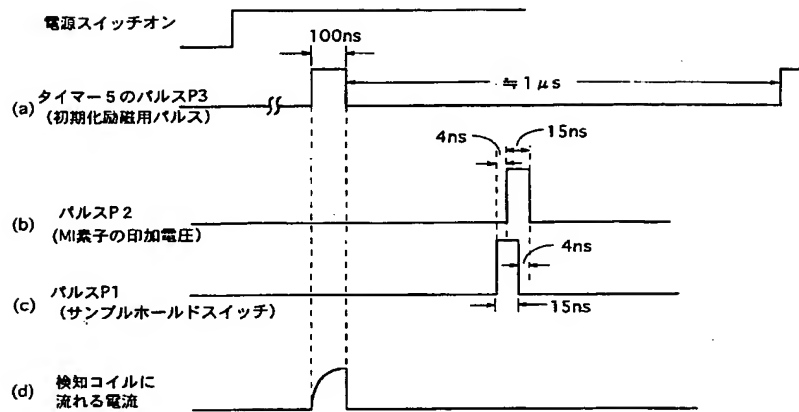


【図 10】

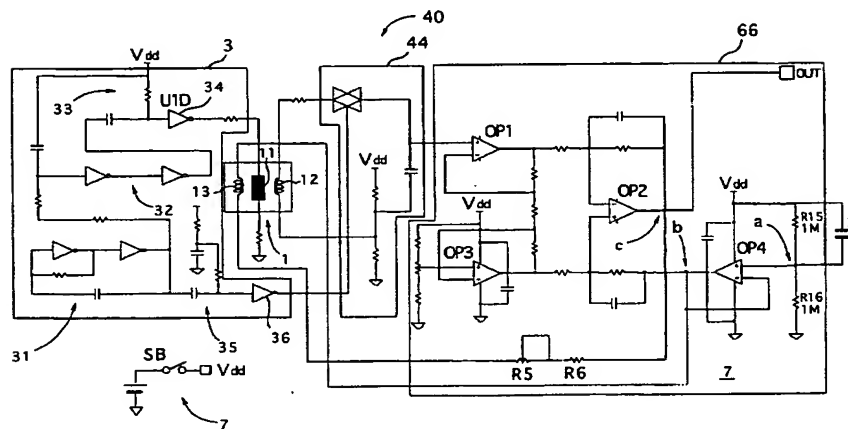




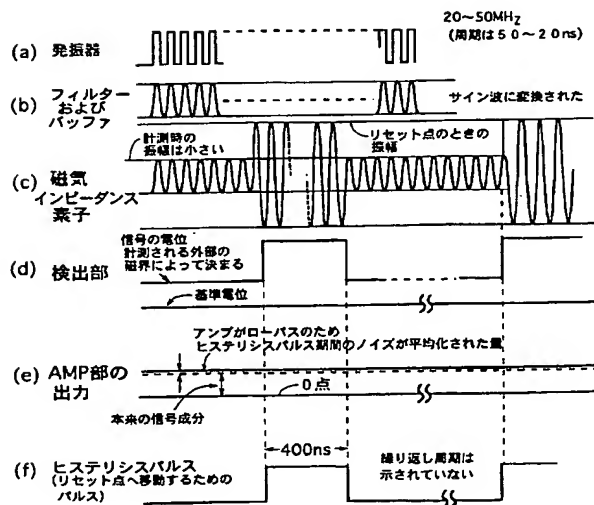
【図3】



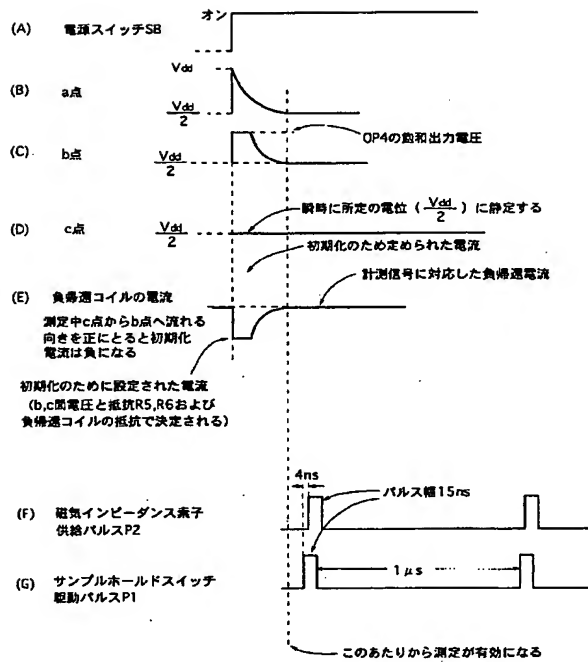
【図7】



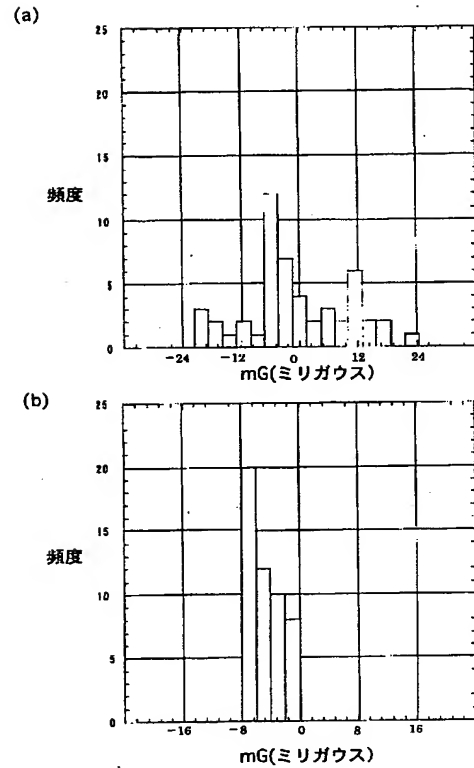
【図11】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 本蔵 義信  
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイ  
チ・マイクロ・インテリジェント株式会社  
内

(72)発明者 青山 均  
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイ  
チ・マイクロ・インテリジェント株式会社  
内

(72)発明者 森 正樹  
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイ  
チ・マイクロ・インテリジェント株式会社  
内

(72)発明者 加古 英児  
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 アイ  
チ・マイクロ・インテリジェント株式会社  
内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD51 BA05